

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

C23C 14/06

[12] 发明专利申请公开说明书

C23C 14/00 C23C 14/54

B23C 5/10

[21] 申请号 97182439.8

[43]公开日 2000 年 12 月 6 日

[11]公开号 CN 1276024A

[22]申请日 1997.9.12 [21]申请号 97182439.8

[86]国际申请 PCT/TB97/01089 1997.9.12

[87]国际公布 WO99/14391 英 1999.3.25

[85]进入国家阶段日期 2000.5.11

[71]申请人 巴尔策斯有限公司

地址 列支敦士登巴尔策斯

[72]发明人 H·布伦德勒

N·施马

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

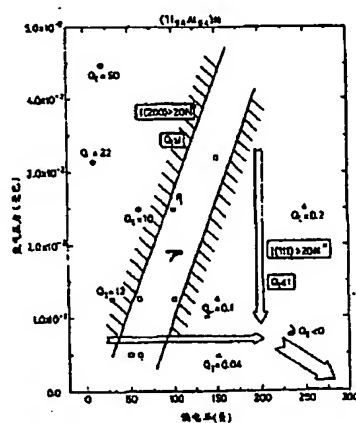
代理人 蔡民军 林长安

权利要求书 2 页 说明书 35 页 附图页数 4 页

[54]发明名称 带有保护层系的刀具

[57]摘要

本发明提出了一种具有一刀体和一耐磨层系的刀具,所述耐磨层系包括至少一层 MeX。Me 包括钛和铝,X 是氮或碳。刀具是高速钢(HSS)或烧结型硬质合金,但不是整体硬质合金端铣刀及整体硬质合金球头铣刀。在这里,在 MeX 层中,被定义为 I(200)与 I(111)衍射强度之比的商 Q_I 被选择得 ≥ 1 ,其中 I(200)与 I(111)是在材料 X 射线衍射中采用 $\theta-2\theta$ 法分别指定给(200)和(111)平面的值。另外, I(111)至少是平均声强级的 20 倍,这些数值都是采用清楚限定的装置及其设定参数而测得的。



ISSN 1000-8427 4

权利要求书

1. 一种带有一刀体和一耐磨层系的刀具, 所述耐磨层系包括至少一层 MeX, 其中:

- Me 包括钛和铝;
- 5 - X 至少是氮和碳中的一种,
- 以及其中所述层具有一个 Q_i 值
- $Q \geq 1$

和所述的刀体由下述之一的材料组成;

- 高速钢 (HSS);
- 10 - 烧结型硬质合金;

所述刀具为非整体硬质合金端铣刀和非整体硬质合金球头铣刀:

- 其中在都是根据 MS 测量的情况下, $I(200)$ 值至少是平均声强级的 20 倍。

2. 如权利要求 1 所述的刀具, 其特征在于: 所述刀具为烧结型硬质合金镶片、烧结型硬质合金钻头及烧结型硬质合金齿轮切削刀具之一, 优选为烧结型硬质合金镶片或烧结型硬质合金钻头。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的刀具, 其特征在于: 对 Q_i 的有效数值的范围为 $Q_i \geq 2$, 优选是 $Q_i \geq 5$, 最佳为 $Q_i \geq 10$ 。

4. 如权利要求 1 或 3 所述的刀具, 其特征在于, MeX 是氮化钛铝、碳氮化钛铝、硼氮化钛铝中的一种, 其中最好是氮化钛铝和碳氮化钛铝中的一种。

5. 如权利要求 1-4 之一所述的刀具, 其特征在于, Me 还包括硼、锆、钽、钇、硅、钨、铬组中的至少一种元素, 在此最好采用钽、硅、硼中的一种。

25 6. 如权利要求 5 所述的刀具, 其特征在于, 元素在 Me 中的含量 i 为: $0.05 \text{ at. \% (原子百分比)} \leq i \leq 60 \text{ at. \%}$, 其中以 Me 含量为 100 at. %。

7. 如权利要求 1-6 之一所述的刀具, 其特征在于, 它还包括在所述的至少一层与该刀体之间的另一氮化钛层, 其中该氮化钛层的厚度为 d , 对于 d 来说, $0.05 \mu\text{m} < d < 5.0 \mu\text{m}$ 。

8. 如权利要求 7 所述的刀具, 其特征在于, 该层系是由所述的至少一层和所述的另一层构成的。

9. 如权利要求 1-8 之一所述的刀具, 其特征在于, 所述的至少一层中的应力 σ 为: $1 \text{ GPa} \leq \sigma \leq 6 \text{ GPa}$, 并且优选是 $1 \text{ GPa} \leq \sigma \leq 4 \text{ GPa}$, 最好为 $1.5 \text{ GPa} \leq \sigma \leq 2.5 \text{ GPa}$.

10. 如权利要求 1-9 之一所述的刀具, 其特征在于, Me 中的钛含量 x 为: $70 \text{ at. \%} \geq x \geq 40 \text{ at. \%}$, 优选为 $65 \text{ at. \%} \geq x \geq 55 \text{ at. \%}$.

11. 如权利要求 1-10 之一所述的刀具, 其特征在于, Me 中的铝含量 y 为: $30 \text{ at. \%} \leq y \leq 60 \text{ at. \%}$, 在此最好为 $35 \text{ at. \%} \leq y \leq 45 \text{ at. \%}$.

12. 一种制造一个包括一刀体和一耐磨层系的刀具的方法, 所述层系包括至少一层硬质材料, 所述方法包括:

- 10 - 在一真空室内用反应性的 PVD 沉积所述的至少一层硬质材料;
- 除了真空室内的反应气体部分压力和相对预定基准电势的刀体偏电压中至少一个外, 为所述的 PVD 沉积工序选择预定工艺参数;
- 调节所述部分压力和该偏电压的至少一个, 使所述层具有理想的 Q_1 值并且使 $I(200)$ 和 $I(111)$ 中的至少一个值至少是平均声强级的 20 倍, 其中这些数值都是根据 MS 测量的。

13. 如权利要求 12 所述的方法, 其特征在于, 它还包括降低该部分压力以便降低所述的 Q_1 值或反之的步骤。

14. 如权利要求 12 或 13 所述的方法, 其特征在于, 它包括提高所述偏电压以便降低所述 Q_1 值或反之的步骤。

20 15. 如权利要求 12-14 之一所述的方法, 其特征在于, 它还包括通过反应阴极电弧蒸发法进行所述的反应 PVD 沉积的预成形步骤。

16. 如权利要求 15 所述的方法, 其特征在于, 它还包括磁控所述电弧蒸发过程的步骤。

25 17. 如权利要求 12-16 之一所述的方法, 其特征在于, 它还包括在该刀体上沉积上一个 MeX 层, 其中 Me 包括钛和铝, X 至少是氮、碳中的一种并且它通过反应气体被加入所述的 PVD 沉积层。

30 18. 如权利要求 12-17 之一所述的方法, 其特征在于, 所述刀具的材料由高速钢及烧结型硬质合金之一制成, 该刀具为非整体硬质合金端铣刀及非整体硬质合金球头铣刀, 在这里通过调节用于所述反应性的 PVD 沉积过程的反应压力和偏电压中的至少一个而将 Q_1 值选择为 $Q_1 \geq 1$ 。

19. 如权利要求 18 所述的方法, 其特征在于, 将 Q_1 值选择为 $Q_1 \geq 2$, 最好为 $Q_1 \geq 5$ 。

20. 如权利要求 19 所述的方法, 其特征在于, 将 Q_1 值选择为 $Q_1 \geq 10$ 。

说明书

带有保护层系的刀具

本说明书包括附件 A

5 本发明关于一种带有刀体和保护层系的刀具，保护层系在这里包括至少一层 MeX，其中：

-Me 包括钛和铝；

-X 至少是氮和碳中的一种。

定义

10 术语 Q_i 被定义为 $I(200)$ 与 $I(111)$ 的衍射强度比，在采用 $\theta-2\theta$ 方法的情况下，分别规定 (200) 平面和 (111) 平面在一材料的 X 衍射中具有上述衍射强度。因此， $Q_i = I(200)/I(111)$ 。利用以下设备和设定参数来测量强度值：

西门子衍射计 D500

功率：

工作电压：30 千伏

工作电流：25 毫安

孔径光阑：

光阑位置 I：1°

光阑位置 II：0.1°

探头光阑：

Soller 缝隙

时间常量：

4 秒

2θ 角速度：

0.05° / 分

放射线：

Cu-K α (0.15406nm)

当我们提到“根据 MS 测量”时，我们是指该设备和这些设定参数。

15 因此，本申请中的所有 Q_i 和 I 的数值结果都是根据 MS 测得的。

· 我们把“刀体”理解为未镀覆的刀具。

· 我们把“硬质材料”理解为为了耐磨而给在工作中承受很高机械力和热负荷的刀具镀覆上的材料。以下将这样的材料的优选例子称为 MeX 材料。

20 在刀具保护领域内，众所周知的是，镀覆上包括至少一层如被定义为 MeX 的硬质材料的耐磨层系。

本发明的目的是显著延长这样的刀具的寿命。通过为所述的至少

一层硬质材料选择 Q_1 值来达到上述目的, 为此 $Q_1 \geq 1$. 刀体在这里为高速钢或烧结型硬质合金, 而不是整体硬质合金端铣刀或整体硬质合金球头铣刀. 另外, 当根据 MS 测量时, 数值 $I(200)$ 比平均声强级高至少 20 倍.

5 根据本发明已经认识到, 如果这样的刀具是所指的这类型的刀具, 则所述 Q_1 值导致了耐磨性能令人吃惊地提高, 由此延长了刀具寿命.

10 迄今为止, 无论刀体材料与刀具在工作中所受的机械负荷和热负荷之间是如何相互作用的, 都镀覆由 MeX 硬质材料构成的耐磨层系. 因此, 本发明基于这样的事实, 即认识到, 当有选择地将指定 Q_1 值与所指类型的刀具结合起来时, 耐磨性能令人吃惊地得到了提高, 由此实现了 $I(200)$ 比平均声强级高至少 20 倍, 两者数值都是根据 MS 测量的.

15 关于本发明的对烧结的硬质合金刀体涂覆层, 业已被承认, 如果这种烧结的硬质合金刀具为镶嵌刀, 钻头或切齿刀具, 如滚刀或成形刀, 则在刀具寿命方面有极大的改善, 其中对于镶嵌刀或钻头之类来说则特别明显.

20 如果 Q_1 被选择成至少为 2, 则更加提高了本发明的改进效果, 而且甚至通过将 Q_1 选择成至少为 5, 则获得了更好的改进效果. 如果 Q_1 至少为 10, 则达到最大的改进效果. 必须说明的是, 如果涂层材料根据当趋于零的衍射强度 $I(111)$ 时的一个衍射强度 $I(2000)$ 而获得了独特的晶体取向, 则 Q_1 可以无限增加. 因此, 没有给只来自实践的 Q_1 设定任何上限.

25 如本领域普通技术人员所知道的那样, 层硬度与层应力之间存在着内在联系. 应力越高, 硬度就越高.

而且, 在应力增加的情况下, 涂层与刀体的粘结会减弱.

对于本发明的刀具来说, 高粘结性比可能有的最高硬度更为重要. 因此, MeX 层中的应力有利地被选择为以下所述的应力范围的下极限.

30 这些考虑实际上限制了可利用的 Q_1 值.

在本发明刀具的一个优选实施例中, 刀具的 MeX 材料是氮化钛铝、碳氮钛铝或硼氮化钛铝, 因此与硼氮化钛铝相比, 目前优选前两

种材料。

在本发明刀具的另一个实施例中，涂层材料 MeX 的 Me 可能还包括硼、锆、钽、钇、硅、钨、铬中的至少一种元素，因此在这些族外地，最好采用钇和/或硅和/或硼。这样的除钛铝外的附加元素被加入
5 涂层材料中且其含量最好为 i ，为此， $0.05 \text{ at. \%} (\text{原子百分比}) \leq i \leq 60 \text{ at. \%}$ ，其中认为 Me 为 100 at. %。

在至少一层 MeX 的完全不同的实施例中，通过将一个厚为 d 的氮化钛附加层加入 MeX 层和刀体之间而获得了更大的改善，为此， $0.05 \text{ 微米} \leq d \leq 5 \text{ 微米}$ 。

10 就要提出一种能够成本尽可能低并因而最经济地制造的本发明刀具的总发明目的而言，还提出了刀具只有一层 MeX 材料和沉积在 MeX 层与刀体之间的附加层。

另外，MeX 层中的应力 σ 最好被选择为 $1 \text{ GPa} \leq \sigma \leq 4 \text{ GPa}$ ，并且最好是 $1.5 \text{ GPa} \leq \sigma \leq 2.5 \text{ GPa}$ 。

15 钛在 Me 层的 Me 成分中的含量 x 最好选择为 $70 \text{ at. \%} \geq x \geq 40 \text{ at. \%}$ ，在一个更好的实施例中，上述含量范围为 $65 \text{ at. \%} \geq x \geq 55 \text{ at. \%}$ 。

另一方面，铝在 MeX 材料的 Me 成分中的含量 y 最好选择为 $30 \text{ at. \%} \leq y \leq 60 \text{ at. \%}$ ，在一个更佳的实施例中，上述含量范围为 $35 \text{ at. \%} \leq y \leq 45 \text{ at. \%}$ 。
20

在另一个更优选的实施例中，这两种范围即与钛和铝有关的范围均被满足。

尤其是镀覆 MeX 层可以通过任何已知的真空沉积技术实现的，而且尤其是通过反应性的 PVD 镀覆技术实现的，如通过反应阴极电弧蒸发或反应溅射方式。通过适当地控制影响涂层生成的工艺参数，获得了发明所用的 Q_i 范围。
25

为获得优异的且可重复的涂层对刀体的粘结性，作为准备性的步骤并且在附件 A 所述的氩等离子体的基础上采用了等离子蚀刻技术，就这样的蚀刻和和后续镀覆工序来说，这篇文献作为参考被引入本文。
30 这篇文献与本申请的发明人（两个发明人）和申请人相同的美国申请 08/710095 一致。

例 1

如表 1 所示进行操作地使用一台采用附件 A 所述的磁控弧源电弧离子镀膜装置，以便将表 1 所列的 MeX 层沉积到烧结的硬质合金镶片。MeX 镀层的厚度总是为 5 微米。因此，在第 1-7 号样品中获得了本发明所述的 Q_1 值，而为了对比，在第 8-12 号样品中，没有满足这一条件。I (200) 值总是明显地比平均声强值高 20 倍，它们都是根据 MS 测量得到的。镀覆的镶片被用于在下述状况下进行铣削，结果发现可获的直到分层的铣削。根据这种刀具寿命而获得的铣削距离也在表 1 中示出了。

表1

样品编号	涂覆情况			层	x	y	$\frac{I(200)}{I(111)}$	残余应力 GPa	可达到的切削 距离(m) (直到分层的 距离)	附注
	偏电压 (负)	氮气压力 (毫巴)	弧电流 (A)							
本发明	1 60	2.0×10^{-1}	150	(Ti ₂ Al ₃)N	0.5	0.5	1.5	5.2	2.2m (2.1m)	
	2 60	8.0×10^{-1}	150	(Ti ₂ Al ₃)N	0.5	0.5	6.7	4.8	2.8m (2.5m)	
	3 40	2.0×10^{-1}	150	(Ti ₂ Al ₃)N	0.5	0.5	8.1	4.2	8.8m (8.5m)	表面精研
	4 40	3.0×10^{-1}	150	(Ti ₂ Al ₃)N	0.4	0.6	10.2	3.9	3.9m (3.5m)	
	5 40	0.5×10^{-1}	150	(Ti ₂ Al ₃)N	0.5	0.5	6.0	5.8	2.0m (1.7m)	
	6 30	2.0×10^{-1}	150	(Ti ₂ Al ₃)N	0.5	0.5	15.4	2.5	4.2m (4.0m)	
	7 20	2.0×10^{-1}	150	(Ti ₂ Al ₃)N	0.5	0.5	22.5	1.2	3.3m (3.3m)	
对比例	8 60	0.5×10^{-1}	150	(Ti ₂ Al ₃)N	0.5	0.5	0.8	6.1	1.0m (0.8m)	
	9 100	2.0×10^{-1}	150	(Ti ₂ Al ₃)N	0.5	0.5	0.7	5.5	0.9m (0.9m)	
	10 100	3.0×10^{-1}	150	(Ti ₂ Al ₃)N	0.5	0.5	0.9	4.8	0.8m (0.7m)	
	11 150	2.0×10^{-1}	150	(Ti ₂ Al ₃)N	0.5	0.5	0.2	7.2	0.1m (0.1m)	
	12 100	0.5×10^{-1}	150	(Ti ₂ Al ₃)N	0.4	0.6	0.1	6.8	0.2m (0.1m)	

实验切削条件:

- 被切除材料: SKD61 (HRC45)
- 切削速度: 100 米/分
- 推进速度: 0.1 米/刃
- 切削深度: 2 毫米

被涂覆及试验的镶片的形状符合 SEE 42 TN (G9)

显然可以从表 1 中认识到, 根据本发明的具有涂层的镶片明显比按照对比条件镀覆的镶片更不易分层。

- 5 此外, 样品 7 的结果清楚表明, 该层的应力和硬度降低了, 导致比高 Q_1 值 (22.5) 预期切削距离要低, 但仍满足以上所定义的应力要求。

例 2

- 10 根据例 1 而被用于镀覆的装置也被用于镀覆表 2 的第 13-22 号样品。总的涂层的厚度再次为 5 微米。除了例 1 所述的涂层外, 还可以看到如表 2 所列的在 MeX 层和刀体之间镀覆了一个氮化钛、中间层和各自材料的最外层。根据 MS 测量的与 I (200) 有关的条件和平均声强级基本得到满足。

表2

样品编号	中间层 (微米)	钛铝层	x	y	最外层	$\frac{Q_{I(200)}}{I(111)}$	可达到的切削距离 (m) (直到分层的距离)	
本发明	13	TiN (0.4 μm)	(Ti _{1-x} Al _x)N (4.6 μm)	0.5	0.5	-	1.5	4.5m (4.2)
	14	TiN (0.4 μm)	(Ti _{1-x} Al _x)N (4.1 μm)	0.5	0.5	TiCN (0.5 μm)	7.2	7.8 (7.6m)
	15	TiN (0.4 μm)	(Ti _{1-x} Al _x)N (4.4 μm)	0.5	0.5	TiCN (0.5 μm)	6.8	6.0m (5.5m)
	16	TiCN (0.4 μm)	(Ti _{1-x} Al _x)N (4.1 μm)	0.5	0.5	(TiAl)NO (0.5 μm)	5.2	6.2m (6.0m)
	17	TiN (0.4 μm)	(Ti _{1-x} Al _x)N (4.1 μm)	0.5	0.5	Al ₂ O ₃ (0.5 μm)	12.5	10.1m (9.8m)
18	TiN (0.4 μm)	(Ti _{1-x} Al _x)N (4.1 μm)	0.5	0.5	Al ₂ O ₃ (0.5 μm)	7.0	9.8m (9.5m)	
对比例	19	TiN	(Ti _{1-x} Al _x)N	0.5	0.5	-	0.8	1.5m (1.2m)
	20	TiN	(Ti _{1-x} Al _x)N	0.5	0.5	TiCN	0.8	1.9m (1.5m)
	21	TiN	(Ti _{1-x} Al _x)N	0.5	0.5	TiCN	0.7	1.8m (1.5m)
	22	TiN	(Ti _{1-x} Al _x)N	0.5	0.5	(TiAl)NO	0.1	0.6m (0.4m)

可以注意到，在 MeX 层和刀体之间的中间层已经导致了进一步的改善。通过镀覆一个由碳氮化钛、氧氮化钛铝中的一种材料构成的最外层而获得了进一步改善，并且尤其是通过镀覆氧化铝最外层而获得上述改善。另外，可以看到，与对比例的第 19-22 号样品相比地通过
5 实现了本发明所述的 Q_I 值，获得了明显改善。

0.5 微米厚的氧化铝最外层是通过等离子 CVD 形成的。

上述烧结的硬质合金镶片在与例 1 相同的切削条件下接受实验，并根据 MS 测量 Q_I 。

例 3

10 另外，用例 1 的装置给烧结的硬质合金镶片镀覆上表 3 所示的 MeX 层，这仍然如本发明所述地满足了 Q_I 条件并远远满足了与平均声强级有关的 I (200) 条件。由此，以上述数量在 Me 中加入锆、钪、钇、硅、铬。

15 镀覆过的镶片在空气烘箱中保持在 750℃ 约 30 分钟以便氧化。随后测量所形成的氧化层厚度。在表 3 中列出了测量结果。为了对比，也对按照本发明地镀有 MeX 材料的不同 Me 成分的镀覆过的镶片进行了实验。显然，由于在 Me 中加入了如样品第 23-32 所示的任何一种元素，所以所形成的氧化膜厚度明显减小了。通过添加硅或钇而获得了氧化的最佳效果。

表3

样品编号	层组份	w	x	y	z	氧化膜的厚度(微米)
本发明	23	(Ti,Al,Y ₂)N	0.48	0.5	0.02	0.7
	24	(Ti,Al,Cr ₂)N	0.48	0.5	0.02	0.9
	25	(Ti,Al,Zr ₂)N	0.48	0.5	0.02	0.7
	26	(Ti,Al,Y ₂)N	0.25	0.5	0.25	0.1
	27	(Ti,Al,Zr ₂)N	0.25	0.5	0.25	0.5
	28	(Ti,Al,W ₂)N	0.4	0.5	0.1	0.8
	29	(Ti,Al,Si ₂)N	0.4	0.5	0.1	0.1
	30	(Ti,Al,Si ₂)N	0.48	0.5	0.02	0.2
	31	(Ti,Al,Hf ₂)N	0.4	0.5	0.1	0.9
	32	(Ti,Al,Y,Si ₂)N	0.3	0.5	0.1	0.05
	33	(Ti,Al) ₂ N	0.4	0.6		1.8
	34	(Ti,Al,Nb ₂)N	0.4	0.5	0.1	2.5
对比例	35	(Ti,Al,Ta ₂)N	0.4	0.5	0.1	3.3

必须指出，本领域普通技术人员都知道，对于 MeX 材料来说，有这样的说法：即耐氧化能力越强且因而所形成的氧化膜越薄，则切削性能越高。

例 4

5 再次使用例 1 的镀覆方法和装置。

直径为 6 毫米的 HSS 钻头被镀覆上了 4.5 微米的 MeX 层及在 MeX 层与刀体之间 0.1 微米厚的氮化钛中间层。实验条件是这样的：

刀具：HSS 钻头，直径 6 毫米

材料：DIN 1.2080 (AISI D₃)

切削参数： $V_c = 35$ 米/分

$f = 0.12$ 毫米/转

15 毫米深盲孔，用冷却剂。

表4

	偏电压 (负)	氮气压力 (毫巴)	弧电流(A)	中间层	层	x	y	z	Q _i	残余应力(GPa)	钻孔编号
本发明	36	40	200	TiN 0.1 μm	(Ti,Al) ₂ N	0.6	0.4		5.4	2.1	210
	37	40	200	TiN 0.1 μm	(Ti,Al) ₂ N	0.58	0.4	0.02	3.6	2.3	190
对比例	38	150	200	TiN 0.1 μm	(Ti,Al) ₂ N	0.6	0.4		0.03	4.5	30
	39	150	200	TiN 0.1 μm	(Ti,Al) ₂ N	0.58	0.4	0.02	0.1	4.8	38

计算钻头失效以前所钻的孔数来确定刀具寿命。

本发明镀覆过的钻头的结果示于表面中第 36 和 37 号样品，而第 38 及 39 号再次用作比较例。对于第 36 和 37 号样品来说，I (200) 再次远远超过平均声强级的 20 倍，这是根据 MS 测量的。

5 例 5

再次使用例 1 的装置和方法来给直径为 12 毫米的 HSS 粗加工铣刀镀覆上 4.5 微米的 MeX 层。还在 MeX 层与刀体之间设 0.1 微米厚的氮化钛中间层。实验条件如下：

刀具：HSS 粗加工铣刀，直径 12 毫米， $Z = 4$

材料：AISI H13 (DIN 1.2344)

640N/mm^2

切削参数： $V_c = 47.8$ 米/分

$f_t = 0.07$ 毫米

$a_p = 18$ 毫米

$a_o = 6$ 毫米

顺铣，干燥

一直使用 HSS 粗加工铣刀，直到达到 0.2mm 侧面磨损的平均宽

10 度。

表5

	偏电压 (负)	氮气压力 (毫巴)	弧电流(A)	中间层	层	x	y	Q _i	残余应力 (GPa)	切削距离 (m)
本发明	40	3.0×10^{-2}	200	TiN 0.1 μm	(Ti ₂ Al) ₃ N	0.6	0.4	5.4	2.1	35m
对比例	41	1.0×10^{-2}	200	TiN 0.1 μm	(Ti ₂ Al) ₃ N	0.6	0.4	0.03	4.5	11m (剥落)

表 5 中的第 40 号样品示出按本发明镀覆的工具的结果，第 41 号样品作为比较例。同样地，第 40 号样品 I(200) 满足了根据 MS 测量的噪音条件。

例 6

- 5 再次使用例 1 的装置和方法。直径为 10 毫米的六齿整体硬质合金端铣刀被镀覆上 3.0 微米的 MeX 层。还在 MeX 层与刀体之间设 0.08 微米厚的氮化钛中间层。实验条件如下：

刀具：整体硬质合金端铣刀，直径 10 毫米， $Z=6$

材料：AISI D₂ (DIN 1.2379)

60HRC

切削参数： $V_c=20$ 米/分

$f_t=0.031$ 毫米

$a_p=15$ 毫米

$a_e=1$ 毫米

顺铣，干燥

- 10 一直使用整体硬质合金端铣刀，直到达到 0.20mm 侧面磨损的平场宽度。可注意到，整体硬质合金端铣刀并不属于按本发明镀覆有 $Q_1 \geq 1$ 的硬材料层的刀具组。从表 6 的结果可以清楚看出，对于这种刀具， $Q_1 > 1$ 并不导致有改善之效果。同样地，第 42 号样品满足了根据 MS 测量的噪音条件的 I(200)，而对第 43 号样品来说，满足了噪音条件的 I(III)。

表6

	偏电压 (负)	氮气压力 (毫巴)	弧电流(A)	中间层	层	x	y	Q _i	残留应力 (GPa)	切削距离 (m)
本发明	42	40	200	TiN 0.08 μm	(Ti,Al) _p N	0.6	0.4	5.0	2.2	17m
对比例	43	150	200	TiN 0.08 μm	(Ti,Al) _p N	0.6	0.4	0.05	4.7	32m

例 7

再次采用例 1 样品的装置和方法。

直径为 11.8mm 的整体硬质合金钻头被镀覆上 4.5 微米的 MeX 层。
还在 MeX 层与刀体之间设氮化钛中间层。实验条件如下：

刀具： 整体硬质合金钻头，直径 11.8mm

工件： 铸铁 GG25

机加工条件： $V_c=110$ 米/分

$f=0.4$ 米/转

 盲孔 3×11.8

 无冷却剂

- 5 一直使用整体硬质合金钻头，直到达到 0.8 毫米侧面磨损的最大宽度。同样地，根据 MS 测量，噪音条件 I (200) 得到满足。

表7

		偏电压 (负)	氮气压力 (毫巴)	弧电流(A)	中间层	层	x	y	Q _i	残留应力 (GPa)	钻削距离 (m)
本发明	44	40	3.0×10^{-7}	200	TiN 0.1 μm	(TiAl) ₃ N	0.6	0.4	5.4	2.1	95m
对比例	45	150	1.0×10^{-7}	200	TiN 0.1 μm	(TiAl) ₃ N	0.6	0.4	0.03	4.5	48.5m

例 8

再次使用例 1 的装置和方法。

依 CNGP432 的与一形体一起转动的烧结型硬质合金镶片被镀覆上 4.8 微米的 MeX 层。还在 MeX 层与刀体之间设 0.12 微米的氮化钛中间层。实验条件如下：

刀具：硬质合金镶片 (CNGP432)
 材料：DIN 1.4306 (X₂CrNi 1911)
 切削参数： $V_c=224$ 米/分
 $f=0.22$ 毫米/转
 $a_p=1.5$ 毫米
 用乳化液

该刀具寿命以分钟计算。所示的值为三次测量的平均值。同样地，根据 MS 测量，I (200) / 噪音条件得到满足。

表8

	偏电压 (伏)	氮气压力 (毫巴)	弧电流(A)	中间层	层	x	γ	Q_1	残留应力(GPa)	刀具寿命 (分)
本发明	46	3.0×10^{-3}	200	TiN 0.12 μ m	(Ti,Al) ₂ N	0.6	0.4	5.0	1.9	18.1 分
对比例	47	1.0×10^{-3}	200	TiN 0.12 μ m	(Ti,Al) ₂ N	0.6	0.4	0.04	4.9	5.5 分

在图 1 中，以氮气部分压力对刀体偏电压的直线曲线示出了当利用了反应阴极电弧蒸发法和反应性的 PVD 沉积法时的情况，这些方法被用于实现上述例子。

5 阴极电弧蒸发法的所有工艺参数保持不变，即弧电流、加工温度、沉积速度、蒸发材料、弧源附近的磁场强度和形状、待处理刀具工件的几何形状和尺寸以及工艺室保持不变。其余工艺参数即反应气体的部分压力（或总压力）和将作为工件被镀覆的刀体的偏电压以及预定基准电势和室壁接地电势是可以变化的。

10 就这样沉积氮化钛铝。关于反应气体部分压力和刀体偏电压而建立不同的工作点，并且根据 MS 测量沉积硬材料层的 Q_t 值。

结果在图 1 的曲线中存在区域 P，它从至少靠近曲线坐标轴起点的地方起首先大约成直线地延伸，所形成的层导致了很低的 $I(200)$ 和 $I(111)$ 的 XRD 强度值。为了精确地确定 P 的极限，显然必须进行许多次测量。其中根据 MS 测量， $I(200)$ 和 $I(111)$ 都不是平均声强级的 20 倍。

在此区域 P 的一侧上并且如图 1 所示地， Q_t 值大于 1，在 P 的其它区域内， Q_t 值小于 1。在这些区域内，根据 MS 测量结果，至少 $I(200)$ 和 $I(111)$ 中的一个值是平均声强级的 20 倍。

20 如图 1 箭头所示，反应气体的部分压力（或总压，如果它实际上等于该部分压力的话）的降低和/或提高镀覆刀体偏电压导致了 Q_t 值的降低。因此，本发明提出的用于制造一具有刀体和至少包括一硬质材料层的耐磨层系的刀具的方法包括以下步骤：在真空室内反应性的 PVD 沉积至少一层硬质材料，为此，除了那两个工艺参数外，即除了反应气体的部分压力和/或刀体偏电压外，针对反应性的 PVD 沉积工
25 序预先选择工艺参数值。接着调节这两个或其中一个参数以便获得所需的 Q_t 值，因此根据本发明，降低偏电压和/或提高反应气体的部分压力以便获得 Q_t 值， Q_t 值如上所述至少大于 1 并且优选地至少大于或甚至为 5 及甚至最好为 10。除了本发明所用的 Q_t 值外，在此 P 区域的左手区域内， $I(200)$ 比较大，根据 MS 测量，它在大多数情况下
30 至少是平均声强级的 20 倍。

在图 2 中，针对沉积在根据发明图 1 的 $Q_t \geq 1$ 的区域内的氮化钛铝硬质材料层，示出了一条典型的强度对角度 2θ 的曲线，结果 Q_t 值

为 5.4. 平均声强级 N^* 比 $I(200)/20$ 小许多。测量是根据 MS 进行的。

在图 3 中示出了一条与图 2 相似的曲线，但是通过偏电压和氮气部分压力至 $Q_i \leq 1$ 来控制氮化钛铝的沉积。所形成的 Q_i 值为 0.03。在这里，根据 MS 测量， $I(111)$ 值比平均声强级高。

请注意，在图 1 中，在各区域内的各 Q_i 值被标注在根据 MS 测量的各工作点上。

在图 4 中，针对图 1 的 P_i 工作点示出了一条与图 2、3 相似的曲线。可以看到，与那些在 P 区域外的值相比， $I(111)$ 和 $I(200)$ 明显降低。 $I(111)$ 和 $I(200)$ 都没有达到平均声强级 N^* 的 20 倍。

因此，由于简单地调节两个控制 Q_i 值的反应 PVD 工艺参数中的至少一个，即调节反应气体部分压力和工件偏电压，就控制了本发明所采用的 Q_i 值。

在图 1 中，通常在 $\partial Q_i < 0$ 的情况下，示出了降低 Q_i 值的调节方向。显然，在调节这两个控制工艺参数的相反方向上，获得了 Q_i 值的提高。

附件 A

工件镀膜方法和装置

本发明涉及一种如权利要求 1 所述类型的镀膜装置以及一种根据权利要求 14 所述类型的工件镀膜方法。

在许多已知的真空处理工艺中，工件表面的清理是在真空镀膜前进行的。另外，可以在清理步骤前或后，将工件加热到所需温度。原则上需要这样的步骤来保证待镀涂层的足够粘结强度。在工件且尤其是刀具要被镀膜上耐磨保护涂层的应用场合中，这是十分重要的。在刀具如钻头、铣刀、拉削刀和成型模具上，这样的涂层承受着很高的机械应力和摩擦力。与基材的良好连接因此对有效经济的使用它们而言是非常重要的。一种已被证实的刀具预处理方法是利用电子轰击方式来加热并进行离子蚀刻如溅蚀。例如，已经从 DE3330144 中知道了根据等离子放电的电子轰击加热方式。

等离子放电路径也可被用于产生重的稀有气体离子如氩离子，从等离子气体起使这些离子加速冲向工件或基材，它们如 DE2823876 所述地在基材或工件上产生溅蚀。

除了溅蚀外, 另一种已知的技术是利用附加反应气体带动等离子放电并化学蚀刻工件, 但是, 融合了反应性蚀刻和溅蚀的加工技术也是可以想到的。所有这些预处理工艺的目的都是为了准备好工件表面, 使得随后沉积的涂层与基材良好地连接在一起。

5 为了产生等离子, 上述装置采用了布置在装置中心轴线上的低压电弧放电, 而以一定距离环绕电弧地沿圆柱形表面布置工件。涂层随后通过热蒸发或溅射而被沉积上。根据对工艺过程的控制, 在镀覆过程中通过相应的基材偏电压而产生了附加的离子轰击, 这种技术被称为离子镀覆。这种布局的优点是, 可以从温和地处理工件的低压电弧
10 中分离出具有小颗粒能量的大离子流。但缺点是, 工件必须布置在一个放电径向区域内并且原则上它们必须绕中心轴线以及它们自己的轴线转动以获得一致且可重复出现的结果。

另一个缺点是, 由于可允许的圆柱形处理带宽比较窄, 或者可处理的工件尺寸是有限的, 或者对于许多小工件来说, 批量数是有限的
15 的, 这严重地限制了已知装置的经济性。这种限制是由以下事实引起的, 即在中心穿透处理室的低压电弧放电本身要求某种尺寸。为了产生良好的且可重复出现的结果, 工件必须适当地远离放电, 这意味着大部分中心处理室的空间是不可能被利用到的。

还已知一种具有所谓的二极管放电结构的溅射装置。这样的二极
20 管放电是在接近 1000 伏或更高的电压下工作的。二极管蚀刻装置已被证明不适用于按照理想要求进行镀覆。一方面, 可获得的蚀刻速度和效率低下, 而另一方面, 这些高电压可能对敏感的基材带来伤害。尤其是要求三维处理的工件如刀具不可能轻松地利用这样的装置进行处理。刀具例如被设计成具有许多细刀刃, 而放电会集中在这样的
25 刀刃上, 结果在这样的细刀刃和点上可能出现了不受控制的结果如工作刃的过热和甚至损坏。

在 DE4125365 专利申请中, 描述了一种解决上升问题的方案。它提出, 通过所谓的电弧蒸发方法镀覆涂层。为了用这样的蒸发器生产出粘结性能良好的涂层, 在实际镀覆前就使用了蒸发器的电弧, 从而
30 电弧产生的离子且尤其是金属离子因施加了一般大于 500 伏的且通常为 800-1000 伏的负加速电压而加速离开了蒸发目标并冲向工件, 从而比沉积量多的材料溅离工件。在蚀刻过程后, 将蒸发器作为镀覆源

投入工作。此说明书提到了，在基于电弧镀膜技术的一般工艺中，这样的高电压对通过电弧蒸发方式产生粘结性能良好的涂层是很重要的。

5 为了防止过热问题或者在不均匀质量分布的情况下或在细微的工件形状上进行蚀刻，此说明书提出了，除了电弧等离子外，用高电压启动一辅助放电路径，它造成了与蒸发电弧相连的补充离子化。一个附加直流电源造成离子被从等离子气中抽出并加速冲向工件，由此产生了理想的蚀刻效果。为了加强效果，设想出了一个具有另一个由独立供电产生的放电路径的附加阳极。在蚀刻过程中，电弧蒸发器在
10 闸紧闭的情况下工作，从而基材不受蒸发器的直接影响，由此防止了所谓的基材滴溅。

上述布局的缺陷是，它也需要高电压并只能获得有限的处理均匀性，并且由于连接不同等离子路径，对工作条件的调节能力是有限的。另外，这种结构很复杂并因而建造成本和工作成本高昂，这严重
15 损害了生产系统的经济性能。使用超过 1000 伏的电压要求附加安全措施。

如果也要求高处理质量的话，则基于电流技术的系统不太适用于高产量。允许接近 1000 毫米和 1000 毫米以上的涂层宽度的系统在任何程度上都只能很费事地建立起来。

20 本发明的目的是，尤其是通过设想出一种镀膜布置结构并通过提出这样的工艺来消除上述现有技术中的缺陷，即所述工艺适用于没有损坏细微组织并具有且理想均匀性和非常经济的处理速度地将粘附性能良好的涂层沉积在许多工件上或者质量分布不均的单个大型工件上。

25 上述目的是通过根据权利要求 1 特征部分来设计前序所述的的处理布置并通过根据权利要求 14 特征所设计的镀膜方法而实现的。

因此，要镀膜的工件表面通过使其相对一个热阴极低压电弧放电路径的直线延长部的横向移动而暴露在被设计成该热阴极低压电弧放电装置的等离子源下。工件与一个负电压相连，从而从电弧放电中
30 抽出离子并使其加速冲向工件，这造成工件的溅蚀。随后，从低压电弧放电有效的同一侧镀膜工件。

本发明的镀膜装置的优选变型设计方案在从属权利要求 2-13 中

描述了，方法的优选变型设计方案在权利要求 14-17 中描述了。

以热阴极低压电弧放电装置作为离子源地进行蚀刻是非常有利的，因为这样的电弧放电可以在放电电压小于 200 伏的情况下工作，这意味着蚀刻过程不受高压蚀刻缺陷的困扰。低压电弧放电蚀刻对工
5 件也无害，也就是说，大型工件上的细微组织如切削刃没有受到超负荷热和由高能离子轰击造成的刀刃倒角的不利影响。

尽管比较低的放电电压为 DC30 伏-200 伏且优选地为 30-120 伏，从几十到几百安培的且最好是 100-300 安培的很高的放电电流是可行的。这意味着，这种放电能够在产生很强的低能离子流。由于可以获得强离子流，所以可以在加速电压比较低的情况下在基材上获得高蚀
10 刻速度并且如上所述地温和地处理工件。基材上的抽离电压或加速电压为-50 伏到-300 伏且最好为-100 伏到-200 伏。冲向工件的离子流获得了 5-20 安培的数值并且工作范围最好为 8-16 安培。工件的处理宽度可以接近 1000 毫米。利用更复杂的装置，更大的处理宽度也是
15 可行的。可获得的数值不仅取决于它们相对工件的几何布局，而且取决于所选工作压力。典型的工作压力为 10^{-3} 毫巴。为了使电弧放电有效工作，稀有气体被用作工作气体且优选象氩气这样的重的稀有气体。

过去，低压电弧放电结构是转动对称的，这意味着，电弧放电被
20 布置在中心，使工件绕位于中心轴线上的电弧放电转动。假设中心设置电弧放电的转动对称布置结构将对蚀刻操作的速度和一致性提供最佳的效果。但是，我们惊奇地发现，本发明所提出的不对称布置结构比上述对称布置结构要有利的多。在电弧放电位于中心轴线上的对称布置结构中，电弧放电本身就限制了大型工件移向中心。另外，这
25 样的工件不仅必须绕中心轴线转动，而且必须绕其自身轴线转动，从而在蚀刻过程后，蚀刻工件表面马上接受设置在室壁上的镀膜源的镀膜。只有这样，才能保证蚀刻过程和涂层厚度的足够分布。

还表明，在转动对称布局中，工件与电弧放电的距离要比在不对称布局中更重要，在不对称布局中，工件只由一侧暴露在电弧放
30 电下。

在本发明的装置中，可以使大型工件在电弧放电前方经过而不用附加转动，结果处理室尺寸可以保持在合理范围内并且重型工件的处

理得到了极大的简化。这对生产系统的经济性有重要影响。本发明的布局不仅对大型工件是有利的，而且还可以容放和同时处理数量相当多的小工件。

5 本发明布局的另一个优点是，蚀刻装置不再必须被建造成处理室的一体部分，因为它只需要被布置在处理室壁区域内，这意味着，它可以作为一个细长的小放电腔设置在后者的外壁上，从而可以更自由地设计处理室。我们甚至还发现，这种布局就电弧放电与工件表面之间的距离来说是不紧要的，这意味着在大间距变化的情况下可以获得更高的结果重复性，而这样的变化通常出现在大型工件中。从电弧放
10 电中抽出的总离子流仍然有利地达到了很高值并且可以被完全集中到工件上，由此产生了理想的高蚀刻速度。低压电弧放电或等离子源与处理室或处理区的实际分开使人们可以更自由地设计等离子源，因而与放电位于装置中心轴线上的一体式转动对称布局相比，可以更加灵活地使等离子源设计形状适应于工艺要求。

15 为了在蚀刻后沉积上粘结性能好的涂层，在处理室壁上安装了至少另一个从同一侧作用的蒸发源。尤其是设置了可以如此布置的源头，象细长的低压放电一样，它们镀膜该在其前方输送一个相应细长区域的工件。设置象溅射源或电弧蒸发源这样的蒸发源。实践证明，所谓的阴极火花蒸发器或电弧蒸发器是特别适宜的，因为粘性良好的
20 涂层可以通过这些步骤和前面的蚀刻过程经济地制成。通过这种布局而处理过的实验刀具获得了有效寿命，与通过已知的高压蚀刻式电弧蒸发镀膜所获得的刀具相比，本发明刀具的寿命明显并可再现地延长。例如，切削刀具如铣刀的有效寿命提高了至少 1.5 倍；在特别优选的情况下，与传统技术相比甚至提高了许多倍。另外，获得了很均
25 匀的蚀刻分布，这远不必依靠工件形状并允许在一次批量中混入不同基材。

利用所提出的结构，不仅还容易利用稀有气体而且利用化学活性气体来进行处理，因为低压电弧放电强烈地激活了象氮气、氢气这样的气体。由绝缘表面造成的不希望地附加放电可以容易地通过低压放
30 电进行控制。低压电弧放电优选地通过一个独立阴极腔或装有一热阴极并只通过一小孔与放电腔或处理室相通的离子化室而进行工作。这导致了在处理室和镀膜源之间的气体分离，这减少或消除了目标污染

问题。利用这样的结构，也可以在实际镀膜阶段内利用不同工作气体对工件进行激活处理。所需的工作条件可以通过选择工件上的相应为负或为正的电压来建立。

5 由于工件一般必须在一个工序中在工作源之前经过几次以便获得所需的蚀刻深度或涂层厚度以及均匀和可再现的处理，所以以下述方式设计装置是有利的，即可以使工件绕一个中心轴线转动并将室壁上的工作源设置成使其都从外向内工作。在这种情况下，可以设置大型工件以使其绕其中心轴线转动地进行处理。但在同样的空间中，还可以在
10 在一个座上设置许多个甚至具有不同尺寸的小工件，并且使这些工件在绕中心轴线转动的同时横向经过工作源以获得均匀的效果。这样的布局特别紧凑和容易形成，这对经济的加工的经济性是很重要的。

等离子源或低压放电最好沿传送方向的横向布置在处理室壁上。低压电弧放电器例如并最好布置在一个箱形附件中，所述附件在这里成放电腔形状并且通过一细长孔与处理室相连，从而低压电弧直接位
15 于工件或要处理区域的对面。低压电弧放电是通过电加热或热离子发射阴极和间隔设置的一阳极产生的。给阳极提供一相应的放电电压，从而造成抽出弧电流。这种放电的特点是它具有一个气体入口，通过所述入口给电弧放电提供工作气体。这种布局最好在稀有气体如氩气的条件下工作，但也可以如上所述地添加反应气体。放电路径的大小
20 应该至少是处理区宽度的 80% 并且可以如此相对处理区定位，即可以获得所需的处理分布状态或均匀性。为了获得相应的工件溅蚀效果，相对电弧放电布置以一个负电压操作工件或工件座。根据工艺类型如在镀膜反应过程中，也可以不利用这样的电压或甚至利用正电压地使装置工作起来，就是说，利用电子轰击地使装置工作起来。除了 DC
25 电压外，也可以使用 AC 高频或中频电压，或者交流电压加直流电压的方式也是可行的。直流电压也可以脉冲化，也可以将一部分直流电压加到交流供电设备上。利用这样的供电设备，可以控制某些反应过程。尤其是当存在非导电区或在装置和工件表面上形成了这样的区域时，可以避免或防止附加电弧。

30 相对处理区的理想分布情况可以通过放电长度和其位置进行调节。控制分布情况的另一个参数是电弧放电沿路的等离子密度分布情况。例如可以借助附加磁场来影响这种分布，所述磁场布置在放电腔

区域内。为了调节和修正工作参数，沿放电腔设置了永磁铁。但如果利用附加的独立供电阳极启动放电路径的话，则可以获得更好的效果，其中所述阳极根据分布要求而沿放电路径布置。在这样的结构中，可以在一定程度上影响分布曲线。因此，最好是无需修正磁铁且沿放电路径设置一个以上阳极的布局。但也可以让上述优选的布局与附加的修正磁铁结合起来。附加阳极很容易与单个阴极配合使用。但是，如果在各阳极对面设置发射阴极以便获得最佳电路分离效果是有利的，所述线路则改进了控制性能。

热离子发射阴极最好布置在一个独立的小阴极腔内，所述阴极腔通过一个小孔与放电腔相连。阴极腔最好配备有一个稀有气体入口。如果需要，也可以通过该气体入口吸入反应气体。反应气体最好不被吸入阴极腔内，而是例如被吸入放电腔内。通过阴极腔内的孔，电子被吸向阳极或众阳极，从而至少部分离子化的气体也流出孔外。处理腔最好是如此设计的，使工件的转动中心轴线是垂直的。阴极或阴极腔最好布置在阳极上方。在阴极腔内，出口最好向下布置。这些布置结构简化了系统的整个操作并有助于避免可能由颗粒成型而引起的问题。

除了低压电弧放电布局外，处理腔还配备了至少另外一个工作源，它最好以电弧蒸发器的形式。这些工作源在同一方向从外向中心轴线或处理区地径向地作用。如果低压电弧放电在传送防方向上被布置在镀膜源前方，则这是有利的。电弧蒸发器象电弧放电结构一样通常具有一个在传送方向横向上的直线延长部，从而可以按照理想的均匀程度镀膜整个处理区。在所提出的镀膜结构中，最好采用几个圆形电弧蒸发器，它们可以获得理想均匀性地沿室壁布置。优点是，可以将蒸发器的高功率损耗分散开并且可以更好地控制涂层厚度分布或者在某种程度上甚至可以通过供电器来进行调节。这样一来，可以出人意料地获得高镀膜速度，这造成高经济性能。例如，刀具且尤其是成型模具的方法可以按照如下方式进行设计：

方法例子：

系统结构对应于图 2、3 的结构。不使刀具绕其自身的转轴线转动，而只通过使工件座绕其中心轴线转动而让刀具在工作源前通过。形成一个宽度 b 为 1000 毫米、直径 d 为 700 毫米的镀膜区，在所述

区域内布置着工件。处理室的直径为 1200 毫米，高度为 1300 毫米。
蚀刻参数：

低压弧电流	$I_{LVA}=200\text{ A}$
电弧放电电压	$U_{LVA}=50\text{ V}$
氩气压力	$P_{Ar}=2.0 \times 10^{-3}\text{ 毫巴}$
蚀刻电流	$I_{sub}=12\text{ A}$
蚀刻时间	$t=30\text{ 分}$
蚀刻深度	200 nm

涂层：

各电弧蒸发器的电流	$I_{ARC}=200\text{ A}$
(具有直径为 150 毫米的钛靶的 8 个蒸发器)	
电弧放电电压	$U_{ARC}=20\text{ V}$
氩气压力	$P_{N_2}=1.0 \times 10^{-2}\text{ 毫巴}$
偏电压	$U_{Bias}=-100\text{ V}$
镀膜时间	$t=45\text{ 分}$
TiN 涂层厚度	6 微米

包括加热和冷却在内的每批处理周期为 150 分钟。

- 5 用于工件负加速电压的电压发生器通常是在接近 DC300 伏的电压下工作的，但是为了保护工件，电压最好在 100-220 伏，在这样的电压下仍然可以无缺陷地获得很好的蚀刻速度。低压电弧布局必须在其至少远离工件 10 厘米的情况下工作，但所述距离最好应该大于 15 厘米或者在 15 厘米-25 厘米之间，在这样的距离下，获得了分布良好的高蚀刻速度。

- 10 本发明的镀膜系统尤其适用于处理刀具如钻头、铣刀和成型模具。座和传送工具是根据这种刀具而特别设计的。本发明的镀膜系统通常能够获得良好的镀膜效果，即使待镀覆的工件只绕装置的中心轴线转动。在极端的情况下或者如果要将非常多的小部件投入系统，在
- 15 这样的设计思路中很容易通过添加由本身绕中心轴线转动的附加转动轴线来补充绕中心轴线的转动。

随后，通过以下附图来举例示意描述本发明：

图 1 示出了根据传统技术的低压放电镀膜布置结构（现有技术）；
图 2 是根据本发明的典型镀膜系统的横截面图，所述系统具有用

于低压放电的外周放电腔;

图 3 示出了图 2 所示系统的水平截面;

图 4a 示出了具有低压电弧放电用放电腔和布置在该腔内的许多阳极的布置结构的局部;

5 图 4b 与图 4a 相同,但是它示出了具有独立的阴极-阳极放电路径且阴极布置在独立的阴极腔内的结构;

图 4c 与图 4a、4b 相同,但是它也示出了独立的阴极-阳极放电路线,但阴极布置一个公用阴极腔内;

10 图 5 示出了利用传统技术和利用本发明的技术而镀有涂层的刀具使用寿命的对比曲线。

图 1 示出了一种已知的工件镀膜结构。一个真空室用作容放低压电弧放电 18 的处理室 1,所述低压电弧放电沿真空室 1 的中心轴线 16 经过真空室中心,磁控管型溅射源 14 在圆周上从外侧通过凸缘与与处理室 1 室壁相连。在处理室 1 上方有一个其中放有一个热离子热
15 阴极 3 的阴极腔 2,可以通过气体入口 5 给所述阴极提供工作气体且一般是稀有气体如氩气,也可以给反应过程补充活性气体。阴极腔 2 通过闸 4 中的小孔与处理室 1 连通。阴极腔通常通过绝缘件 6 与处理室隔绝。闸 4 还通过绝缘件 6 与阴极腔隔绝开,从而可以根据需要在浮动电势或附加电势的基础上启动闸 4。阳极 7 在中心轴线 16 的方向
20 上布置在阴极腔 2 的相反侧面上。阳极可以成坩埚形状并且盛放待通过低压电弧放电被蒸发的材料。在蚀刻过程中,不采用蒸发方案,只从低压电弧放电中抽出离子并且使其加速地冲向工件,从而它们溅蚀工件。为了启动低压电弧放电 18,用加热器加热阴极 3,从而阴极 3 发射电子。在阴极 3 和阳极 7 之间设有一个用于启动电弧放电的附加
25 供电器 8。它通常在阳极 7 上产生了正直流电压以便维持低压电弧 18。在电弧放电 18 与处理室室壁之间,设置了安放工件 11 的工件座,可以使工件绕其垂直中心轴线 17 转动以便获得足够的处理均匀性。工件座 10 支撑在一个附加工件座机构 12 上,所述机构配备了一个转动驱动机构,通过所述驱动机构使工件座 10 绕其中心轴线 16 转动。
30 在这种装置中,还需要通过附加线圈 13 如海耳莫霍茨线圈使低压电弧放电 18 会聚。显然,可以利用低压电弧放电 18 来处理工件 11,当对基材施加负电压时,产生离子轰击,可以通过施加正基材电压来实

现电子轰击。这样一来，可以借助低压电弧放电通过热引发式电子轰击或通过溅蚀式离子轰击而对工件进行预处理。随后，可以通过低压电弧蒸发来自坩埚 7 的材料或通过由供电 15 供电的磁控管型溅射源 14 的溅射来镀膜工件 11。

5 显然，在这种布局中，基材移动用的机械组件和低压电弧放电布置结构相当复杂。另一方面，自由度也受到了严重的限制，因为工件只能布置在位于中心的低压电弧放电与外室壁之间。对于处理大型工件或大批量处理来说，这种系统是不经济的。

10 一个根据本发明的优选镀膜系统的例子在图 2 的横截面图中示出了。在处理室 1 中放有一个如此布置的工件座 10，即可以使工件绕处理室的中心轴线转动。通常，通过将工件保持在处理所需压力下的真空泵 19 降低了处理室压力。在所提出的结构中，一个超过中心轴线 16 的大型工件 11 例如可以如此布置在处理室 1 内，即大型工件 11 可以通过布置在处理室壁上的镀膜源得到处理。可用于容纳工件的区域基本上占据了整个处理室 1。在这样的布局中，可以安放单个大型
15 工件 11 或许多个基本上填满整个处理室的小工件。

使工件 11 绕中心轴线 16 转动的工件座沿转动方向的横向跨过了涂层宽度 b 。在本发明的系统中，可以在整个涂层宽度 b 范围内或在从中心轴线 16 起到涂层宽度外周的整个深度范围内即在整个直径 D
20 范围内获得一致且可重复出现的涂层结果是非常有利的。在根据其中这些条件非常重要的传统技术的同心布置结构的基础上，本发明的偏心布置结构将产生更好多效果是出乎意料的。在此大区域内，可以在没有与热应力或不希望的电弧产生有关的问题下处理各种具有细边和切削边的工件几何形状。

25 在处理室外壁上，蚀刻镀膜源是如此定位的，即它们都从外侧作用于工件上。对于重要的准备性溅蚀工艺来说，室壁的特点是它具有一条缝形孔，孔长度至少等于处理宽度 b 。在孔 26 的后面是一个箱形放电腔 21，低压电弧 18 就产生于所述放电腔内。此低压电弧放电 18 基本上平行于处理宽度 b 并且其有效长度应该至少等于处理宽度 b 的
30 80%。放电长度最好应该等于处理宽度 b 或超过所述宽度。

电弧放电 18 的轴线与最近的处理区即下一个工件区的间隔为 d 。此间距 d 应该至少为 10 厘米且最好为 15-25 厘米，这样就导致了良

好的工艺一致性并可以保持快速溅射。在放电腔 21 的下部内，阴极腔 2 带有凸缘，并通过孔 4 与放电腔 21 相连。在阴极腔 2 中安放着一个通过加热供电器 9 而得到供电的热阴极 3。这种供电可以利用交流电或直流电进行。阴极腔 2 的特点是它具有一个用于供应工作气体且通常是象氩气这样的稀有气体或某些反应过程用的活性气体与稀有气体的混合气的气体入口 5。还可以通过辅助气体入口 22 并经过处理室 1 吸收工作气体。活性气体最好通过气体入口 22 被直接吸入处理室 1。

在放电腔 21 的上部内设有一个电极 7，它被设计成阳极。直流电源 8 被如此连接到阴极 3 和阳极 7 之间，即正极位于阳极 7 上，并可以抽出低压电弧放电。在借助工件 11 与低压电弧放电结构之间的电压发生器的情况下，通过给工件座或工件 11 施加负电压，使氩离子加速冲向工件，从而溅蚀工件表面。这可以通过将电压提高到接近 DC300 伏而最好是 100 伏-200 伏地实现溅蚀，从而保证了温和处理工件 11。可以通过适当地定位阴极腔 2 并通过相对根据工艺规定待处理工件的处理宽度 b 布置阳极而设定工艺均一性。另一个因素是阳极 7 的形状。阳极例如可以成平面形状、盘子形状或矩形，或者被设计成管形冷阳极。

图 3 示出了基于图 2 的系统的水平横截面。还示出了在处理室 1 外壁上的箱形放电腔 21，所述放电腔通过缝形孔 26 与处理区连通。当然，几个这样的放电腔可根据需要被布置在一个系统上以便进一步加强处理效果。还示出了蒸发源 23，它们通过凸缘与室壁相连。例如，磁控管型溅射源可被用作蒸发源 23，但是为了低成本地获得高处理速度，优选所谓的电弧蒸发源。这种结构的优点是，电弧蒸发源 23 可以从外部自由地布置，使得通过多个蒸发源的分散布置，可以调节所需的镀覆均匀性并可以维持高镀覆速度。还示出了，不使用单个矩形蒸发源而是使用几个圆形小蒸发源是更加有利的，其中所述小蒸发源根据工艺要求设置在系统外周上。

图 4a 示出了根据本发明的结构的另一个有利变形，其中阴极腔 2 位于放电腔 21 的上面。优点是，放电路径的工作最不受总是出现在这样的镀覆系统中的颗粒的干扰。还示出了通过使用几个阳极-阴极电路并可以调节放电 1 沿路强度来细分放电路径。主放电是通过主阳

极 7 与阴极腔 2 之间的供电器 8 产生的。附加的辅助放电可以通过辅助阳极 24 和辅助供电器 25 来产生。由此一来，可以局部地调节在阳极 7 与阴极 2 之间的整个放电沿路的功率密度，至于强度，可以根据工件均匀性要求来调节。

5 图 4b 示出了一个替换结构。可以使阳极-阴极路径保持完全分开，甚至通过使用独立的阳极 7、24 和独立的阴极 3、3' 以及独立的阴极腔 2、2' 而相互分开。在图 4c 中示出了另一个变型方案，其中使用了两个独立阳极 7、24，但使用了一个带有两个热阴极 3、3' 的公用阴极腔。

10 图 5 示出了根据本发明（曲线 b）和传统技术（曲线 a）而进行了处理的 HSS 精铣刀的实验结果。在这两种情况下，铣刀都镀覆了 3.5 微米的氮化钛层。对于根据传统技术的铣刀来说（曲线 a），先按照传统方式进行高压蚀刻，而对于曲线 b 所代表的铣刀来说，采用了本发明的工艺。实验条件是这样的：

HSS 精铣刀：	直径 16 毫米
齿数：	4
实验材料：	42CrMo4 (DIN 1.7225)
硬度：	HRC38.5
横切：	15 毫米 × 2.5 毫米
切削速度：	40 米/分
每齿送进量：	0.088 毫米
送进量：	280 毫米/分
寿命终点：	主轴转矩 80 (单位不限)

15 实验结果表明出了根据本发明经过处理的刀具的寿命有明显改善。很容易就将刀具寿命提高了至少 1.5 倍。重要的是，不仅刀具寿命延长了，而且表示刀具质量受损程度的转矩曲线具有令人满意地接近临近刀具使用寿命终点。在图 5 的例子中，这在总铣齿为 15 时明显可以看到。代表传统技术的曲线 a 表明出了，刀具质量在总铣齿为 15m 时急剧降低。这表示，利用传统技术获得的切削质量在刀具的整个寿命期限内具有较大波动，这意味着刀具质量不是很稳定。

20

如图 2-4 所示地根据本发明建造而成的系统在获得了上述高质量的同时获得了远比传统技术的系统 1 高许多的产量。可以很容易地使

产量翻番，或者提高 3-5 倍，这极大地提高了经济性。

摘 要

为了在必须于电镀前进行溅蚀的高强刀具上电镀硬质涂层，本发明提出了利用低压电弧放电来溅蚀刀具并且随后从其蚀刻方向电镀
5 所述刀具。

权 利 要 求 书

1. 一种利用一真空处理室 (1) 和一位于该真空室上的等离子源 (18) 来处理工件 (11) 的电镀装置，它具有一个布置在该真空室内的涂料源 (23)，所述真空室配备有一个保持和/或传送机构，它限
10 定出一个处理区 (b) 以便定位或使工件 (11) 在等离子源和涂料源前经过，所述等离子源和涂料源与工件间隔某一距离布置并从同一个方向作用，其特征在于，等离子源 (18) 被设计用作一个热阴极低压放电装置，所述等离子源在工件传送方向横向上的直线延长距离基本上等于处理区的宽度 (b) 并且装有一个用于在电弧放电 (18) 和工
15 件 (11) 之间产生一个电场 (20) 的装置。

2. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，工件 (11) 的保持及传送机构被布置成可以绕处理室 (1) 的中心轴线 (16) 转动，所述等离子源和涂料源 (18, 23) 如此布置在室壁上，即它们都从外侧起在中心轴线 (16) 的方向上径向起作用。

20 3. 如权利要求 1 或 2 所述的装置，其特征在于，放电腔 (21) 的等离子源布置在真空室 (1) 的外壁上，在放电腔 (21) 内或其上设置了一个热离子发射阴极 (3)、离开和沿处理区宽度 (b) 的处理区的至少 80%、一个用于产生低压电弧放电 (18) 的阳极，在所述结构中，一个在带有电压发生器 (20) 的放电腔 (21) 内的稀有气体孔 (5)
25 布置在阳极-阴极电路和工件之间，使得负极在工件 (11) 上，从而等离子源装置 (2, 7, 18, 21) 的作用就象是一个溅蚀装置。

4. 如前述权利要求之一所述的装置，其特征在于，在发射阴极 (3) 和阳极 (7) 之间，布置了至少另外一个沿等离子区路径而与所述等离子区路径间隔一特定的距离的阳极 (24)，以便沿电弧放电 (18)
30 调节等离子密度分布。

5. 如前述权利要求之一所述的装置，其特征在于，使阳极 (7) 和另附加阳极 (24) 连接到独立的功率可调的供电器 (25) 上，它们的

特点是具有一个优选地用于各阳极(7, 25)的对置阴极(3), 所述阴极与相应的阳极(7, 25)以及独立的供电器(8, 25)一起形成了自己的功率可调电路。

5 6. 如前述权利要求之一所述的装置, 其特征在于, 发射阴极(3)布置在一个与放电腔(21)分开的阴极腔(2)内, 所述阴极腔(2)通过孔(4)与放电腔(21)相通, 电子可以通过所述孔(4)射出, 稀有气体入口(5)最好开设在阴极腔(2)上。

7. 如前述权利要求 2-6 之一所述的装置, 其特征在于, 处理室(1)的中心轴线(16)是垂直的, 阳极(3)或阴极腔(2)布置在阳极(7, 10 24)上方, 阴极腔(2)的孔(4)最好指向下。

8. 如前述权利要求之一所述的装置, 其特征在于, 至少一个最好由至少一个电弧蒸发器(23)构成的镀覆源(12)靠近等离子源(18)地布置在处理室壁上, 所述等离子源又在传送方向的前方。

9. 如前述权利要求之一所述的装置, 其特征在于, 电压发生器 15 (20)被设计用来产生接近 300 伏直流且最好是 100 伏-200 伏的电压。

10. 如前述权利要求之一所述的装置, 其特征在于, 低压电弧放电装置(18)与工件(11)至少间隔 10 厘米且最好间隔 15 厘米-25 厘米。

20 11. 如前述权利要求之一所述的装置, 其特征在于, 保持和传送机构被设计成一个刀具座且尤其是用于钻头、铣刀和成型模具的座。

12. 如前述权利要求之一所述的装置, 其特征在于, 至少一个磁场发生器布置在放电腔(21)之内或上以便调节等离子密度分布。

25 13. 如前述权利要求之一所述的装置, 其特征在于, 放电腔(21)沿其整个处理区宽度(b)具有一个孔, 所述孔面向着所述处理区, 从而使处理区暴露在电弧放电下。

14. 一种用于在一真空处理室(1)内利用一个布置在处理室上的等离子源(18)和一个镀覆源(23)并利用一个布置在真空室(1)内的且限定出一个处理区(b)以便定位或使工件(11)在所述等离 30 子源和镀覆源(18, 23)前经过的保持和/或传送机构而至少部分镀覆工件(11)的方法, 其中等离子源和镀覆源从同一方向上作用并且与工件(11)间隔一特定的距离, 在所述方法中, 等离子源(18)基

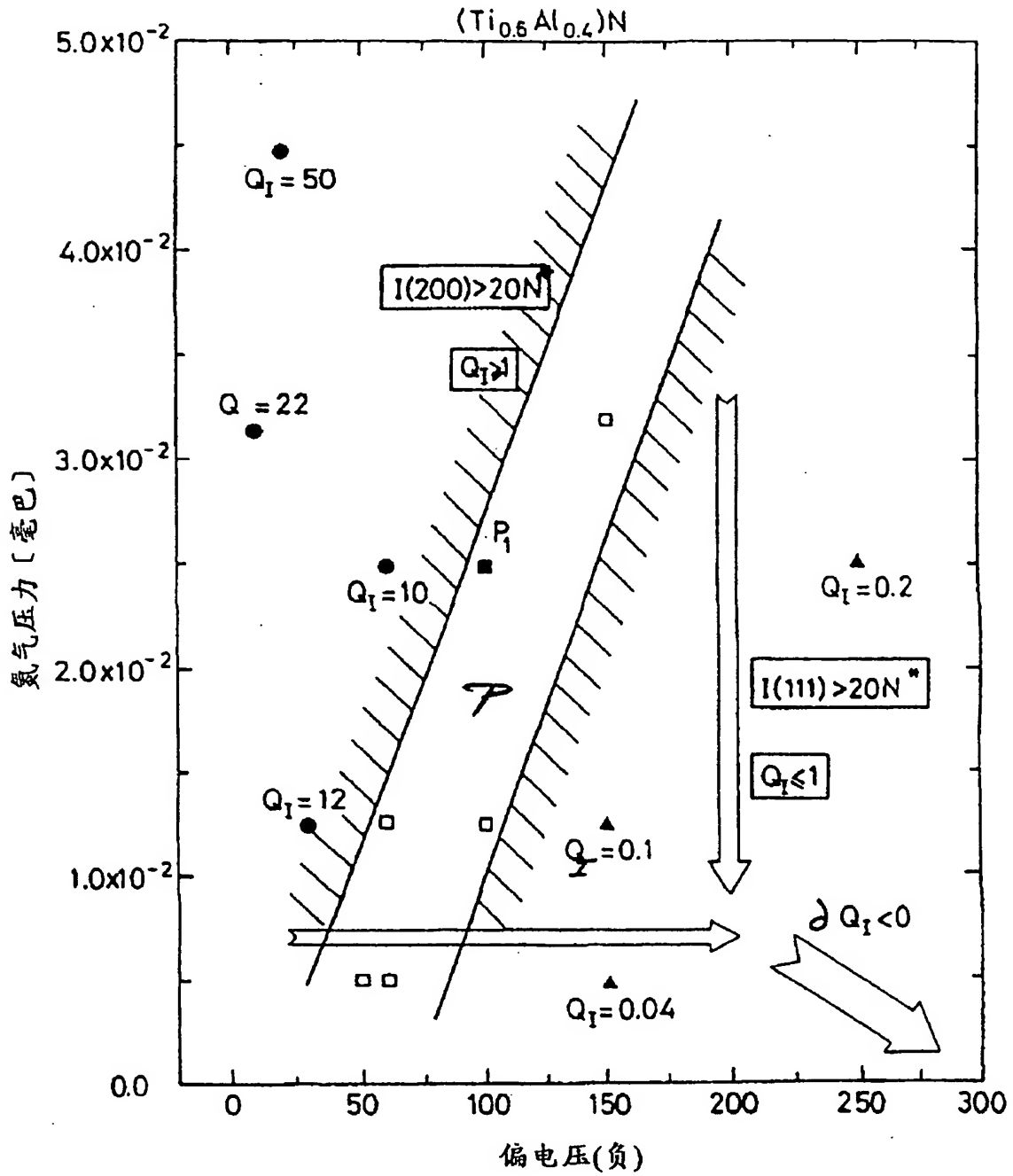
本上在 80% 的处理区宽度 (b) 范围内沿工件传送方向的横向产生了一个热阴极低压电弧 (18), 在电弧放电与工件之间加有一个电压以便从等离子区中抽出载荷子, 从而它们可以加速地冲向基材。

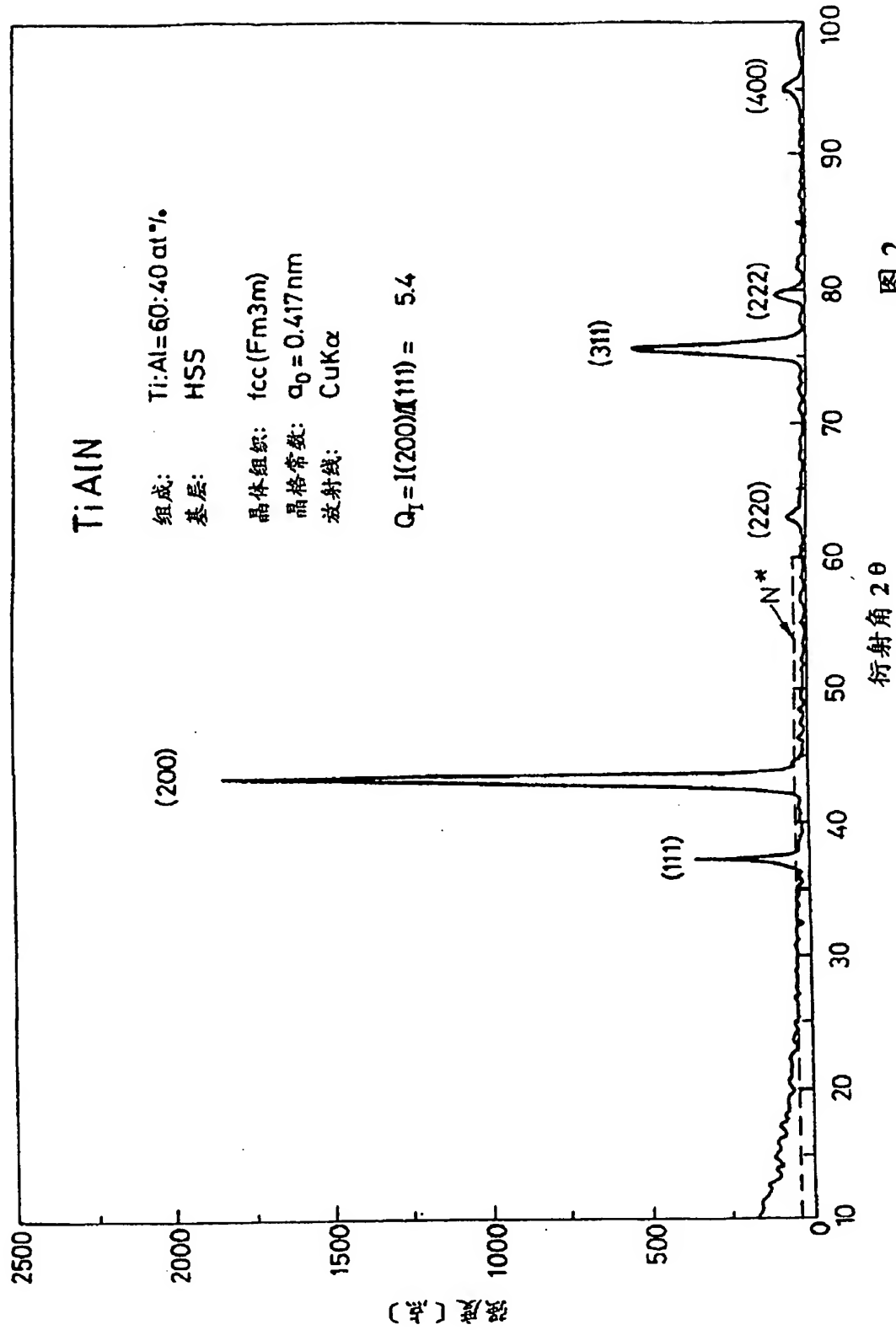
- 5 15. 如权利要求 14 所述的方法, 其特征在于, 工件最好连续地绕一处理室的中心轴线 (16) 转动并且在等离子源和镀膜源 (18, 23) 前面经过, 在所述方法中, 等离子处理是通过在第一步骤中的载荷子轰击和在第二步骤中的工件 (11) 镀膜而实现的。

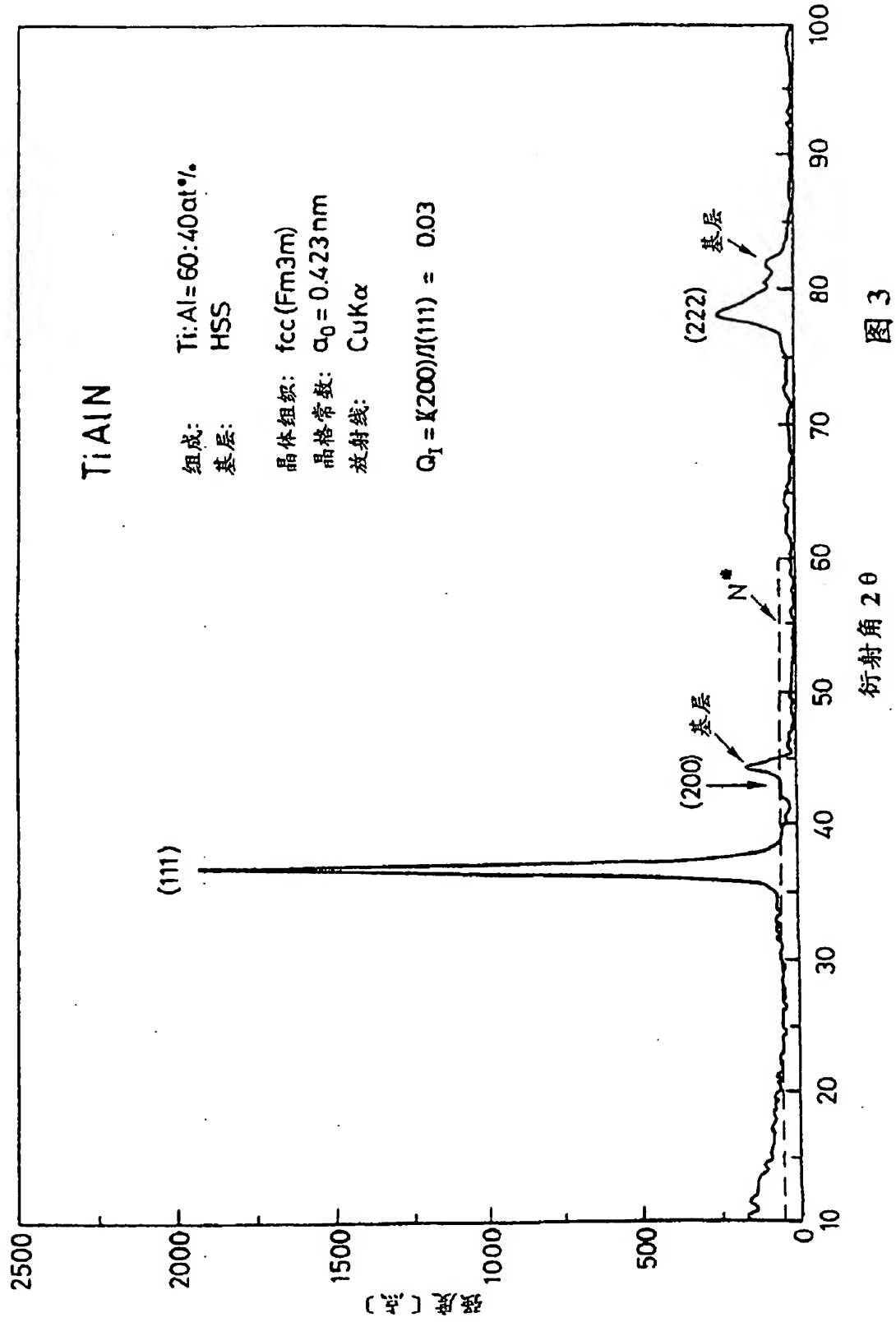
- 10 16. 如权利要求 14 或 15 所述的方法, 其特征在于, 载荷子是由直接在一负工件电压的帮助下从电弧放电 (18) 中抽出的离子构成的, 使得所述离子溅蚀工件 (11)。

17. 如权利要求 14-16 之一所述的方法, 其特征在于, 可以通过选择弧长、电弧与工件之间的距离 (d)、电弧相对工件的位置以及通过调节电弧沿线的等离子密度分布而将在整个镀膜区 (b) 内的蚀刻分布均匀性调节到预定值。

说明书附图







000311

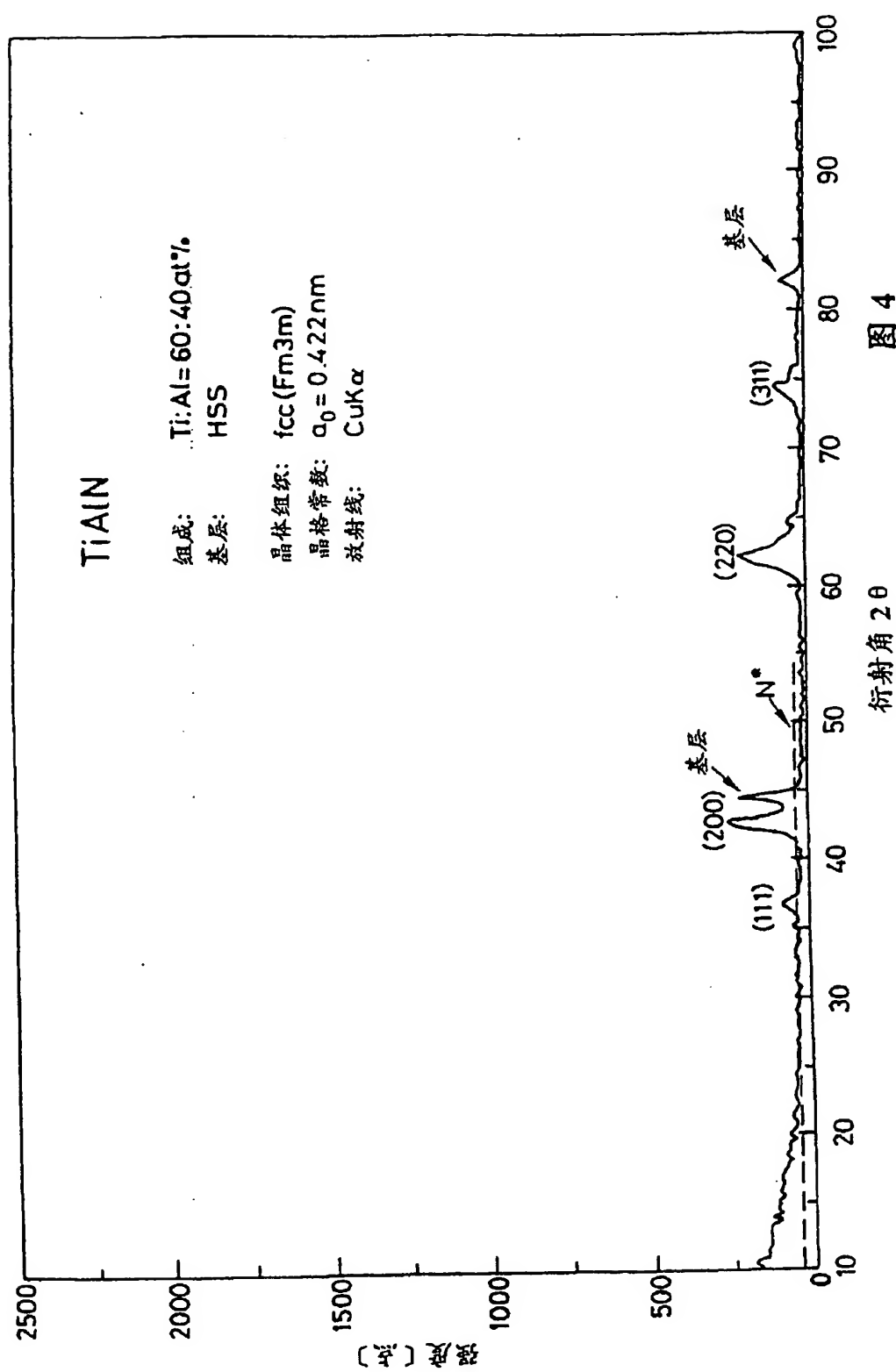


图 4